

Aus der Allgemein-Chirurgischen Klinik der Städtischen
Zentralkrankenanstalten „St. Jürgenstraße“ der Freien Hansestadt Bremen

Direktor: Professor Dr. med. W. Schütz

**Langzeiterfahrungen über 10 Jahre
mit der Implantation von Herzschrittmachern**

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
BRUNS, KARL-HEINZ
— Unna/Westf.

1977

Aus der Allgemein-Chirurgischen Klinik der Städtischen Zentral-
krankenanstalten "St. Jürgenstrasse" der Freien Hansestadt Bremen.

Direktor: Professor Dr. med. W. Schütz

Langzeiterfahrungen über 10 Jahre
mit der Implantation von Herzschrittmachern

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an den Medizinischen Fachbereichen
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Bruns, Karl-Heinz
Unna/Westf.

Referent: Prof. Dr. med. W. Schütz

Korreferent: Prof. Dr. med. G. Neuhaus



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fachbereiche
der Freien Universität Berlin

Promoviert am 11.10.1977

E I N L E I T U N G

Die Entwicklung voll implantierbarer Schrittmachersysteme ermöglichte als neue Behandlungsmethode der bradycarden Herzrhythmusstörungen, insbesondere der durch diese Erkrankungen bedingten Adam-Stokes'schen Anfälle, die Dauerstimulation des Herzens durch elektrische Reizung. Durch ständige technische Verbesserung der zur Verfügung stehenden Impulsgeneratoren und der zuleitenden Elektrodensonden, sowie durch die auf Grund mehrjähriger Erfahrungen standardisierten Implantationsmethoden, haben sich die Ergebnisse der Schrittmachertherapie denen der medikamentösen Behandlung als deutlich überlegen erwiesen, so daß diese Therapieform heute als Methode der Wahl angesehen werden kann. Bei der routinemäßig durchgeführten Schrittmacherimplantation und im weiteren Verlauf der Nachsorge ergeben sich jedoch immer wieder Komplikationen und Probleme, die oft die Grenzen auch dieser Therapie aufzeigen.

Auf Anregung des Direktors der Allgemein-Chirurgischen Klinik der Städtischen Zentralkrankenanstalten "St. Jürgenstr." in Bremen, Herrn Prof. Dr. med. W. Schütz, habe ich es mir zur Aufgabe gemacht, das an dieser Klinik im Laufe von 10 Jahren der Schrittmachertherapie zugeführte Krankengut unter Berücksichtigung der angewandten Implantationsmethoden kritisch zu untersuchen, insbesondere im Hinblick auf die chirurgischen Komplikationen und ihre Behandlung.

L I T E R A T U R

Nach einer im Jahre 1972 vom Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz durchgeführten Umfrage wurden bis zu diesem Zeitpunkt in der Bundesrepublik und West-Berlin ungefähr achtzehntausend Herzschrittmacher implantiert (8, 11). Nach den angegebenen Steigerungsraten dürfte inzwischen eine Zunahme der Implantationen auf das zwei- bis dreifache eingetreten sein, so daß bei vorsichtiger Schätzung bisher etwa 40 - 50 tausend Patienten versorgt wurden. Diese Zahlen unterstreichen die Bedeutung der elektrischen Dauerstimulation bei der Behandlung des Krankheitsbildes bradycarder Rhythmusstörungen, besonders in Verbindung mit dem Auftreten Adams-Stokes'scher Anfälle. Sie zeigen aber auch, in welchem Ausmaß diese Therapieform bereits nach nur 15 Jahren angewandt wird und damit allgemeine Anerkennung gefunden hat.

Im Klinischen Bereich wurden voll implantierbare Schrittmacher erstmals 1959 von Elmquist und Senning und 1960 von Chardack eingesetzt, der den ersten mit einer Langzeitbatterie versehenen Impulsgenerator benutzte (2). Die Methode wurde rasch weltweit aufgegriffen. In Deutschland wandte sie Sunder-Plassmann 1961 zum ersten Male an (27). Weitere Kliniken schlossen sich sehr bald an; 1962 wurden bereits in 8, 1966 in 39 und nach zehn Jahren (1971) in 96 Krankenanstalten allein in der Bundesrepublik Deutschland Schrittmacher implantiert (8). In anderen westlichen Industriestaaten stellt sich die Situation ähnlich dar (11, 17).

Während der ersten Jahre standen nur festfrequent arbeitende

Impulsgeber zur Verfügung, die zuleitenden Elektrodensonden wurden in der Regel transthorakal zum Herzen geführt, indem sie nach lateraler bzw. anteriorer Thorakotomie und Eröffnen des Pericards durch Naht am Herzmuskel fixiert wurden. Als weitere Zugangswege zum Herzen wurde trans- bzw. infrasternales und, vom Abdomen aus, transdiaphragmales Vorgehen beschrieben (2, 14, 27). Diese großen Operationen waren, ebenso wie die erforderliche Allgemeinnarkose, für die meist älteren, durch Ihre Grunderkrankung ohnehin gefährdeten Patienten eine erhebliche Belastung, außerdem stellte das Fixieren der Elektroden an dem oft dünnwandigen und brüchigen Myocard eine zusätzliche Gefahr dar.

In den ersten Berichten werden dementsprechend Letalitätsquoten zwischen 10 - 12% allein durch die Implantation angegeben (16). Wegen dieses hohen Operationsrisikos konnten zunächst nur die Patienten behandelt werden, die sich noch in so ausreichendem Allgemeinzustand befanden, daß Ihnen der Eingriff überhaupt zugemutet werden konnte. Sehr schlechter AZ oder schwere cardiale Dekompensation mußten bei zu hohem Alter als Kontraindikation angesehen werden.

Dies änderte sich, nachdem Lagergreen 1963 die von Furmann schon früher vorgeschlagene transvenöse, intracardiale Implantation erstmals durchführte. Die wenig belastende Zugangsoperation, die in Lokalanästhesie ausgeführt werden kann, erlaubte es, alle nach der Indikationsstellung in Frage kommenden Patienten in die Schrittmacherbehandlung einzubeziehen.

Außerdem ist es von Vorteil, daß die Elektrodensonde beim

Auftreten einer Wundinfektion leicht entfernt und von nicht infiziertem Gebiet aus eine Neuimplantation vorgenommen werden kann. In den folgenden Jahren wurde daher der thorakale Zugang zugunsten des transvenösen Vorgehens weitgehend aufgegeben (2, 4, 6, 16, 19, 22, 24).

Ein weiteres Problem war die anfangs unzureichende Betriebssicherheit der Impulsgeber. Vorzeitige Funktionsausfälle wurden in den ersten Jahren mit bis zu 30% angegeben, in neueren Statistiken jedoch kaum noch erwähnt; das gleiche gilt für die früher häufiger beschriebenen Ermüdungsbrüche der zum Herzen führenden Kabel (2, 16, 20).

Im Zuge der technischen Weiterentwicklung konnten nicht nur diese Mängel abgestellt werden, es gelang auch, die zu Beginn auf zwei Jahre begrenzte Lebensdauer der Generatoren wesentlich zu verlängern. Darüberhinaus wurden Generatortypen entwickelt, die wegen ihrer Größen- und Gewichtmaße für die Inkorporation besser geeignet sind, insbesondere jedoch auf Grund ihres Steuerungsmechanismus und ihrer Arbeitsweise den Erfordernissen einer individuellen Stimulation weitgehend entsprechen. Außer den festfrequent eingestellten stehen heute "on demand" arbeitende, sogenannte Erfordernis- Schrittmacher zur Verfügung, die erst nach Absinken der Eigenfrequenz, entweder QRS-synchron oder - inhibiert gesteuert, ihre Funktion aufnehmen; außerdem gibt es vorhofgesteuerte Systeme. Hier werden Vorhof und Kammer über zwei Elektroden aufeinander abgestimmt bei Bedarf stimuliert, wobei die Vorhofsonde ebenfalls transvenös oder durch Mediastinoskopie gelegt werden kann.

Die Herstellerfirmen geben für die neueren Schrittmachermodelle Laufzeiten bis zu acht Jahren an. Die tatsächliche

Verweildauer konnte von durchschnittlich 20 (14 - 21) auf etwa 30 Monate gesteigert werden, wobei in einem hohen Prozentsatz erst nach 3 - 4 Jahren eine neue Batterie implantiert werden mußte (1, 6, 25). Diese Funktionsdauer mag für das Gros der Schrittmacherpatienten bereits zufriedenstellend sein, wenn man bei sonst komplikationslosem Verlauf einen Generatorwechsel als zumutbar ansieht. Für die jüngeren Patienten stellen die häufiger notwendigen Austauschoperationen und die unter Umständen damit verbundenen Komplikationen jedoch eine größere Belastung dar. Hier waren die Bemühungen um die Ausnutzung anderer Energiequellen mit der Entwicklung der Isotopen-Schrittmacher, für die eine Laufzeit von 10 - 15 Jahren angegeben wird, bereits erfolgreich (11). Auch den für die Schrittmacherbehandlung typischen Komplikationsarten, wie z.B. Gewebnekrosen, bedingt durch das implantierte Material, oder ein postoperativ zu hohes Ansteigen der Reizschwelle, kann inzwischen wirksam begegnet und damit auch die Häufigkeit ihres Eintretens auf ein vertretbares Maß zurückgeführt werden. Sorge bereitet jedoch noch allgemein die große Zahl der Elektrodendislokationen, die im Schrifttum (9, 12, 16, 18, 23, 25, 26) mit 10 - 30% angegeben werden, da die betroffenen Patienten durch die dann jederzeit möglichen Adams-Stokes'schen Anfälle erheblich gefährdet sind.

LEBENS ERFAHRUNGEN

Ergebnisse

Von Februar 1966 bis März 1976 wurden in der Allgemein-Chirurgischen Klinik der Städtischen Zentralkrankenanstalten "St. Jürgenstr." in Bremen nach vorhergehender internistischer Diagnostik bei 466 Patienten ein Herzschrittmacher implantiert. In diesem Zeitraum stieg die Zahl der im Ablauf eines Jahres durchgeführten Erst-Implantationen von 3 im Jahre 1966 auf mehr als 80 in den Jahren 1974 und 1975. In annähernd gleicher Weise nahm auch die Zahl der Folgeeingriffe, seien es zeitgerechte Wechsel des Impulsgenerators oder wegen Komplikationen verschiedener Art notwendig gewordene Revisionen, von 4 (1967) auf 85 (1975) zu.

Insgesamt wurden im Beobachtungszeitraum von Februar 1966 bis zum 30. März 1976 bei 485 Schrittmacherpatienten 863 operative Eingriffe durchgeführt. Neben den Erstimplantationen und den Folgeoperationen an Patienten, die seit Beginn der Therapie in der hiesigen Klinik behandelt wurden, sind in diesen Zahlen auch 26 Revisionen bei 19 Patienten (3,9%) enthalten, denen zuvor in einer anderen Klinik ein Schrittmacher implantiert worden war; sie wurden im weiteren Verlauf hier weiterbetreut, da sie zwischenzeitlich den Wohnort gewechselt hatten oder sich zufällig auf Reisen befanden, als eine Komplikation eintrat. Diese Gruppe wird im folgenden nicht berücksichtigt. Es verbleiben also 466 Behandlungsfälle mit insgesamt 837 Operationen, das entspricht einer Operationsfrequenz von 1,8 pro Patient.

Die folgende Abbildung 1 zeigt die jährlichen Steigerungsraten für Erstimplantationen und Revisionen, Abbildung 2 die

Geschlechtsverteilung in den einzelnen Jahrgängen (s. Tab. 1):

Abb. 1:

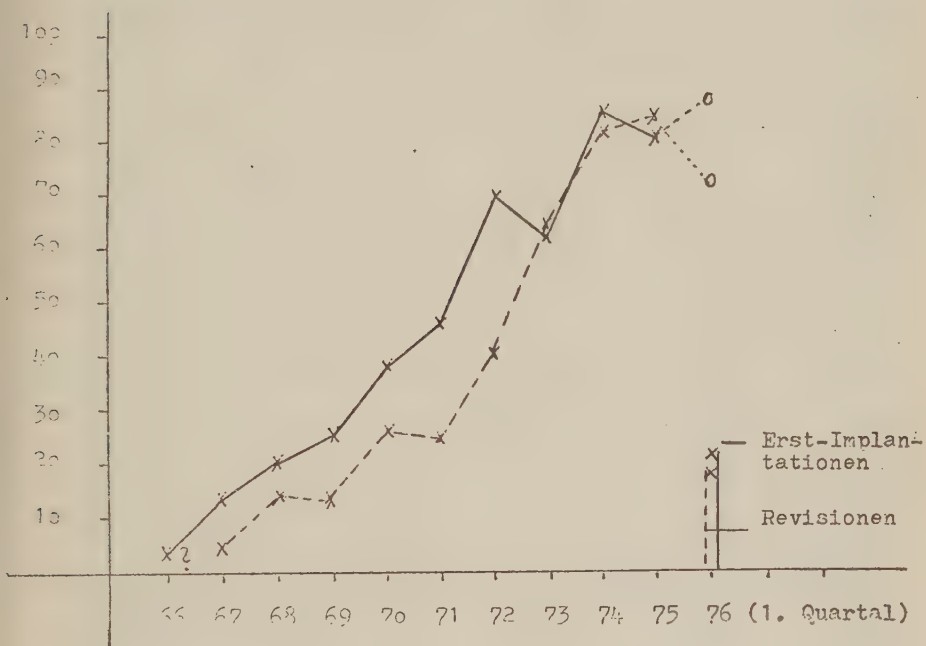


Abb. 2:

♂  ♀ 

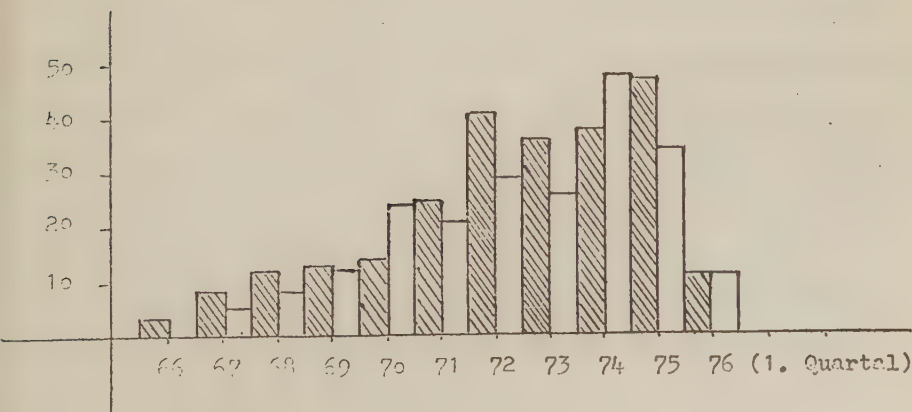


Tabelle 1:

Jahr	Erstimplantationen			Folgeoperationen	
	männlich	weiblich	gesamt		gesamt
66	3	-	3	-	3
67	8	5	13	4	17
68	12	8	20	13	33
69	13	12	25	12	37
70	14	24	38	26	64
71	25	21	46	25	71
72	41	29	70	41	111
73	36	26	62	64	126
74	38	48	86	83	169
75	47	34	81	85	166
76 (1 Quartal)	11	11	22	18	40
<u>zusammen:</u>	248	218	466	371	837
	===	===	===	===	===

In dem untersuchten Krankengut waren Männer (248) etwas häufiger vertreten als Frauen (218); das entspricht prozentualen Anteilen von 53,22% bzw. 46,78%. Dabei fällt auf, daß die geschlechtsverteilung bis etwa zur Mitte des siebten Lebensjahrzehnts annähernd gleichgroß ist, erst in noch höherem Alter finden sich überwiegend männliche Patienten.

Bei der Aufschlüsselung in verschiedene Altersgruppen, wobei jeweils fünf Jahrgänge zusammengefaßt wurden, stellte sich

Tabelle 2:

Jahrgang:	männlich:	weiblich:	gesamt:	in %:
unter 40	1	2	3	0,64
40 - 44	1	2	3	0,64
45 - 49	4	1	5	1,07
50 - 54	5	10	15	3,22
55 - 59	16	11	27	5,79
60 - 64	33	27	60	12,87
65 - 69	45	46	91	14,52
70 - 74	48	47	95	20,39
75 - 79	61	43	104	22,32
80 - 84	23	26	49	10,52
85 - 90	8	3	11	2,36
über 90	3	0	3	0,64
<u>zusammen:</u>	<u>248</u> ===	<u>218</u> ===	<u>466</u> ===	<u>100,0%</u> =====
<u>in %:</u>	<u>53,22%</u> =====	<u>46,78%</u> // =====	<u>100%</u> =====	

heraus, daß mehr als die Hälfte der Kranken zum Zeitpunkt der Implantation das 70. und fast 90% bereits das 60. Lebensjahr überschritten hatten. Lediglich 53 (11,4%) der Patienten waren jünger; der jüngste 34, der älteste 93 Jahre alt.

Das Durchschnittsalter aller Patienten wurde mit 70,41 Jahren errechnet, für Männer und Frauen getrennt ergab sich ein mittleres Lebensalter von 70,98 bzw. 69,78 Jahren.
(s. Tab. 2 und 3)

Tabelle 3:

14 Pat. =	3,00%	über 85 Jahre	jünger	452 Pat. =	97,00%
63 Pat. =	13,52%	" 80 "	" "	403 Pat. =	86,48%
167 Pat. =	35,84%	" 75 "	" "	299 Pat. =	64,16%
262 Pat. =	56,22%	" 70 "	" "	204 Pat. =	43,78%
353 Pat. =	75,75%	" 65 "	" "	113 Pat. =	24,25%
413 Pat. =	88,63%	" 60 "	" "	53 Pat. =	11,37%
440 Pat. =	94,42%	" 55 "	" "	26 Pat. =	5,58%
455 Pat. =	97,61%	" 50 "	" "	11 Pat. =	2,36%

Indikationen:

Bei den meisten Patienten war die Indikation zur Schrittmacher-Implantation wegen der in der Anamnese sicher nachgewiesenen vereinzelt oder gehäuft Adams-Stokes'schen Anfälle eindeutig (51%), bei weiteren ca. 35% bestand in Form von wiederholten Schwindelanfällen bei Bradycardie oder Bradyarrhythmie bereits eine cerebrale Symptomatik, so daß das Auftreten Adams-Stokes'scher Anfälle befürchtet werden mußte. In den übrigen Fällen handelte es sich um Patienten, die an einer digitalisbedingten Herzinsuffizienz mit Bradycardie erkrankt waren.

Die verschiedenen Herzrhythmusstörungen sind im untersuchten Krankengut wie folgt aufgetreten:

1. a.v. - Block:

totaler a.v. - Block	295	Pat. = 63,30%
partieller a.v. - Block	42	Pat. = 9,01%

2. Sinusknoten-Syndrom:

Bradyarrhythmie bei Vorhofflimmern	38	Pat. = 8,15%
Sinusbradycardie und - bradyarrhythmie	67	Pat. = 14,38%
Sinu-auriculärer Block	17	Pat. = 3,65%
Bradycardie-Tachycardie-Syndrom	4	Pat. = 0,86%

3. Carotissinus-Syndrom:

3 Pat. = 0,64%

Bei 238 Patienten konnten Adam-Stokes'sche Anfälle mit Sicherheit nachgewiesen werden. Ein großer Prozentsatz der meist älteren Patienten hatte bereits eine Herzinsuffizienz, viele außerdem Begleiterkrankungen wie Diabetes mellitus, Hypertonie, Durchblutungsstörungen und andere.

Operatives Vorgehen

Während der Anfangsphase der Schrittmachertherapie wurde die Elektrodensonde in lediglich 9 Fällen transthorakal nach Eröffnung des Pericards am Myocard fixiert. Dieser relativ große operative Eingriff brachte für die durch ihr Grundleiden ohnehin gefährdeten Patienten ein erhebliches Risiko mit sich und war zudem in Allgemeinnarkose durchzuführen. Mit der Entwicklung transvenös-intracardial implantierbarer Sonden änderte sich dies grundlegend, sowohl hinsichtlich der Größe des Eingriffs der Schrittmacherimplantation, als auch bezüglich des dafür in Frage kommenden Krankengutes. Konnten zuvor nur Patienten in relativ gutem Allgemeinzustand der Schrittmacherimplantation zugeführt werden, so war es nun möglich, die Indikationsstellung auch auf diejenigen Patienten auszudehnen, denen bis dahin auf Grund hohen Alters oder stark reduzierten Allgemeinzustandes der Eingriff nicht mehr zugemutet werden konnte.

Die transvenöse Implantation wird an der hiesigen Klinik grundsätzlich einzeitig und in Lokalanästhesie durchgeführt. Allerdings ist zur Überwachung der Patienten ein Anaesthesist zugegen, so daß bei Auftreten von Komplikationen, wenn dies erforderlich ist, jederzeit eine Allgemeinnarkose eingeleitet werden kann.

Als Zugang wird in jedem Fall zunächst die rechte Vena cephalica ausgewählt, wenn dem nicht ein besonderer Grund z.B., daß bereits eine Einschwemmsonde dort liegt, entgegensteht. Nach Darstellung in der Mohrenheim'schen Grube wird die Vene nach distal ligiert und nach proximal angeschlossen.

Nun wird zunächst von einem zweiten Hautschnitt in Höhe des vierten Intercostalraumes aus das Generatorbett unter dem Musculus pectoralis major angelegt und am tiefsten Punkt durch eine Extrainsision drainiert. Anschließend wird die Vena cephalica durch eine wenige Millimeter lange Längsincision eröffnet und die Elektrodensonde nach Einführen in das Gefäß unter Röntgenkontrolle über die Vena subclavia und Vena cava superior in den rechten Vorhof vorgeschoben. Nach Passieren der Tricuspidalklappe erfolgt dann die Platzierung des Sondenkopfes nahe der Herzspitze, um hier bei optimaler Peizschwelle eine möglichst sichere Verankerung zu erreichen. Nach Überprüfung auf durchgehende Effektivität mit einem externen Impulsgeber durch den Internisten, wird die Sonde dann durch Ligatur in der Vena cephalica fixiert und anschließend unter dem Musc. pectoralis major hindurch in das vorbereitete Batteriebett gezogen; wo sie mit dem Generator verbunden wird. Anschließend wird dieser, ohne dabei die Sonde zu belasten, unter dem Muskel versenkt. Mit schichtweisem Verschluss der Operationswunden wird der Eingriff beendet.

Nur in den Fällen, in denen die Vena cephalica nicht zu verwerten ist, weil das Gefäßlumen zu eng ist, oder wenn andere Hinderungsgründe vorliegen, wird die rechte Vena jugularis externa bzw., wenn auch dies nichtmöglich ist, die Vena jugularis interna zur Implantation benutzt. Ist letzteres der Fall, wird die Vene nach genügender Darstellung innerhalb einer Tabaksbeutelnaht eröffnet. Durch Zusammenziehen derselben während der Sondenimplantation

kann der Blutverlust gering gehalten werden, außerdem wird die Elektrode nach zufriedenstellender Plazierung durch Verknoten der Naht an der Vena jugularis interna fixiert, ohne daß das Gefäßlumen wesentlich eingeengt wird. Die Sonde wird dann, wie auch bei Verwendung der Vena jugularis externa, unter der Clavicula hindurch zum Batteriebett geführt. Dazu empfiehlt es sich, die Sondenspitze mit einer Muffe zu armieren, um einer Läsion der Vena subclavia vorzubeugen.

Revisionen, die eine Verlagerung des Generatorsbettes erforderlich machen, wie z.b. Wundinfektionen oder Drucknekrosen in diesem Bereich, werden analog dem beschriebenen Vorgehen von der linken Seite aus vorgenommen. In den wenigen Fällen, in denen wegen wiederholter Sondendislokationen oder wandernder Infektionen die Implantation eines myocardialen Schrittmachers erforderlich war, wurde bis zum Jahre 1973, wie bei den ersten Implantationen überhaupt, trans-thorakal vorgegangen. Der Entschluß zur Implantation eines myocardialen Pacemakers fällt jedoch leichter, seitdem für diesen Zweck die sogenannten Schraub- oder Drehelektroden zur Verfügung stehen. Von einem im epigastrischen Winkel bogenförmig angelegten Schnitt aus wird nach Längsincision der Linea alba das Pericard zwischen 2 Haltefäden eröffnet und die spiralförmige Elektrode durch 2,5 - 3 Umdrehungen im Myocard des rechten Ventrikelbodens fixiert. Die Sonde wird, wiederum nach Überprüfung auf durchgehende Effektivität und ausreichende Reizschwelle und nach Verschuß des Herzbeutels durch Einzelknopfnähte, mit Hilfe eines Führungsstabes subfascial unter dem vorderen Blatt der linken Rektus-

scheide zu dem zuvor etwa 2 Querfinger unterhalb des Nabels angelegten Batteriebett hindurchgezogen und dort mit dem Generator verbunden. Versenkung der Batterie und schichtweiser Verschluß der Operationswunden beenden den Eingriff.

Die folgende Aufstellung gibt eine Übersicht darüber, wie oft bei Erst- und Reimplantationen die verschiedenen Zugangsmöglichkeiten bei transvenöser, intracardialer und bei myocardialer Schrittmacherimplantation benutzt wurden:

	Erst- implantationen	Revisionen mit Reimplantationen	gesamt
transvenös			
intracardial			
re. V. ceph.	363	6	369
re. V. jug. ext.	48	12	60
re. V. jug. int.	39	5	44
li. V. ceph.	3	29	32
li. V. jug. ext.	-	6	6
li. V. jug. int.	2	4	6
	(455)	(62)	(517)
	-----	-----	-----
myocardial			
transthorakal	9	4	13
extrapleural durch inf. Pericardio- tomie	2	23	25
	(11)	(27)	(38)
	-----	-----	-----
gesamt:	466	89	555
	===	==	===

Reizschwelle:

Die intraoperativ bei den Erstimplantationen durchgeführten Messungen der niedrigsten Stromstärke, bei der noch eine durchgehend effektive Stimulation erfolgte, d.h. bei der die Schrittmacherimpulse regelmässig durch eine Kontraktion des Herzmuskels beantwortet wurden, ergaben folgende Werte:

bei 141 Patienten (30,2%) eine min. Reizschwelle von 0,5 m A und darunter, bei 258 Patienten (55,3%) eine min. Reizschwelle zwischen 0,5 und 1,0 m A. Bei den übrigen 67 Patienten (14,5%) mußte aus verschiedenen Gründen ein Schwellenwert über 1,0 m A in Kauf genommen werden.

Es handelte sich in diesen Fällen entweder um Notfälle mit gehäuften Adam-Stokes'schen Anfällen, zum Teil mit intraoperativ auftretenden Asystolien, oder um Patienten, bei denen wegen Herzdilatation und atrophischer Trabecularmuskulatur die Elektrodensonde nur unter Schwierigkeiten zu platzieren war, wenn nicht wegen herabgesetzte Erregbarkeit ohnehin ein Impulsgeber mit erhöhter Ausgangsstromstärke (high output) implantiert werden mußte.

Als mittlere minimale Reizschwelle wurde ein Wert von 0,79 m A errechnet.

Implantierte Schrittmachersysteme:

Die zur Implantation benutzten Schrittmachersysteme wurden, abgesehen von einiger wenigen Ausnahmen während der Anfangsphase, von der Fa. Medtronic bezogen. Dies geschah hauptsächlich aus organisatorischen Gründen. Verwendet wurden vorwiegend die folgenden Modelle der Typen Chardack und neuerdings Xytron:

als Generatoren für die festfrequente bipolare Stimulation Ch. 5862 und 5870, für die festfrequente unipolare Ch. 5931 und Xy. 5913, für die festfrequente unipolare Impulsgabe mit hoher Ausschlagstromstärke das Modell Ch. 5906. Zur QRS-inhibiert gesteuerten Stimulation wurden Impulsgeber vom Typ Ch. 5841 und 5942 (beide bipolar), sowie die unipolaren Generatoren 5943 und 5945 - letzteres ein Modell mit variabler Impulsbreite - und vom Typ Xytron das Modell 5951 benutzt. QRS-synchron - und vorhofgesteuerte Impuls-generatoren wurden nicht implantiert.

Seitens der Elektroden wurden die Typen 5816, 5818, 6901 (bipolar) und 6907 (unipolar) verwendet, außerdem für die myocardiale Implantation die Drehelektrode Typ 6917.

In den Jahren 1966 und 1967 wurden ausnahmslos festfre-quent arbeitende Schrittmacher, 1968 und 1969 daneben sol-che mit Demandfunktion verwendet, 1970 hielten sich beide in etwa die Waage und von 1971 an wurden in zunehmenden Maße vorwiegend Bedarfsschrittmacher implantiert.

Tab.: 4:

Jahr	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	
												(1. Quartal)
fest-frequent	3	13	15	16	20	25	31	20	5	4	-	152
demand	-	-	5	9	18	21	39	42	81	77	22	314
gesamt	3	13	20	25	38	46	70	62	86	81	22	466

Die Aufstellung gibt eine Übersicht über die Verteilung in den einzelnen Jahren. 152 (32,6%) festfrequent arbeitende und 314 (67,4%) Bedarfsschrittmacher wurden implantiert.

Generatorwechsel:

Einen großen Anteil an den bereits erwähnten Folgeeingriffen haben die wegen Erschöpfung der als Energiequelle dienenden Malloryzellen erforderlichen Generatorwechsel.

Bei der Wahl des optimalen Zeitpunktes für diesen Eingriff muß berücksichtigt werden, daß die Laufzeit der Batterie möglichst ausgenutzt wird, ohne daß der Patient durch vollständige Entladung gefährdet wird. Aus diesem Grunde wurde in früheren Jahren auch an der hiesigen Klinik spätestens nach Ablauf von 2 Jahren prophylaktisch ein neuer Generator implantiert. Von diesem routinemäßigen Austausch konnte jedoch abgesehen werden, seitdem Kontrolluntersuchungen genaueren Einblick in den Ladungszustand der Impulsgeber ermöglichen. Daneben ist die Kooperation der Schrittmacherpatienten von Bedeutung, die angehalten werden, täglich ihren Puls über 1 Minute durchzuzählen, sich bei Auftreten von Frequenzänderungen sofort vorzustellen und im übrigen die Kontrolluntersuchungen in regelmäßigen Abständen durchführen zu lassen. Dies geschieht in der Regel zunächst 6 Wochen und 3 Monate nach der Implantation, anschließend über 2 Jahre nach jeweils 6 Monaten und in der Folgezeit in immer kürzeren Abständen von 3 und weniger Monaten. Risikopatienten werden entsprechend häufiger einbestellt.

Die neueren Schrittmacher geben durch eine Frequenzänderung die beginnende Erschöpfung zu erkennen, wodurch in der Praxis eine Reihe aufwendiger Kontrolluntersuchungen nur noch bei vorzeitigen Unregelmäßigkeiten und bei Risikopatienten vorgenommen werden muß.

Bedingt durch den routinemäßigen Generatöraustausch nach 2 Jahren wurde die zur Verfügung stehende Energie nicht voll ausgenutzt. Bei den zudem längeren Laufzeiten der neueren Modelle konnte häufig eine Verweildauer von 3 - 4 Jahren, in einigen Fällen sogar eine längere beobachtet werden.

In dem vorliegenden Krankengut mußten bei 115 Patienten insgesamt 159 zeitgerechte Generatorwechsel vorgenommen werden, davon waren neben den 115 erstmaligen in 33 Fällen zweite und in 11 Fällen dritte Austauschoperationen. Außerdem wurde in 74 Fällen die Batterie vorzeitig bei Revisionen ausgetauscht, wenn eine Infektion eingetreten, oder wenn wegen der bisherigen Verweildauer eine baldige Erschöpfung zu erwarten war..

Als durchschnittliche Laufzeit der Impulsgeber wurden 29,81 Monate errechnet. Die getrennte Betrachtung der festfrequenten und Demand-Schrittmacher ergab mit 29,43 bzw. 30,35 eine im Durchschnitt um einen Monat längere Verweildauer zugunsten der Bedarfsschrittmacher. Bei den Austauschoperationen wurde, wenn die festfrequente Stimulation nicht unbedingt erforderlich war, bei dieser Gelegenheit ein "on demand" arbeitender Generator implantiert. Die Tabellen 5 und 6 zeigen, jeweils für festfrequente und Demand-Schrittmacher, die Anzahl der Generatorwechsel in den einzelnen Jahren, bzw. wie häufig die Patienten sich diesem Eingriff unterziehen mußten.

Bei einem Patienten wurde anlässlich eines normalen Batteriewechsels röntgenologisch festgestellt, daß die Elektrode im Sinus coronarius lag. Es konnte nachträglich jedoch nicht festgestellt werden, ob es sich dabei um eine Dislokation oder um eine primär fehlerhafte Platzierung handelte.

Bei der Bestimmung der Reizschwelle wurde häufig eine Erhöhung der Schwellenwerte um das doppelte oder auch mehrfache des ursprünglichen Wertes beobachtet, hervorgerufen durch die bindegewebe Verankerung und die hierdurch bedingte Distanzvergrößerung zwischen der Elektrode und dem Myocard. Bei bipolaren Sonden war die positive Elektrode in den meisten Fällen stärker betroffen als die negative, da letztere dem Myocard näher anliegt.

Tab. 5:

Jahr	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76 (1. Quartal)	
fest- frequent	-	-	4	3	12	8	7	23	24	10	1	92
demand	-	-	-	-	2	2	7	9	18	24	5	67
gesamt	-	-	4	3	14	10	14	32	42	34	6	159

Tab. 6:

	festfrequent		demand		gesamt	in %
	n	in %	n	in %		
1. Gen.-Wechsel	59	37,1	56	35,2	115	72,3
2. Gen.-Wechsel	24	15,1	9	5,7	33	20,8
3. Gen.-Wechsel	9	5,7	2	1,2	11	6,9
	92	57,9	67	42,1	159	100,0%

Komplikationen und Behandlung

Die übrigen 212 Operationen waren Revisionen, die meist wegen der verschiedenen, für die Schrittmachertherapie spezifischen Komplikationen wie Sondendislokation, Erhöhung der minimalen Reizschwelle, wegen Drucknekrosen oder technischer Fehler am implantierten System vorgenommen werden mußten. Außerdem waren Eingriffe wegen Wundinfektionen erforderlich.

Den größten Anteil an diesen Komplikationen haben die Dislokationen der Elektroden. Betroffen waren 97 Patienten, bei denen wegen einmaliger bzw. mehrfacher Dislokation eine Korrektur der Sondenlage oder eine Neuimplantation vorgenommen werden mußte. Meist trat dieses für die betroffenen Patienten gefährvolle Ereignis vor Ablauf von 3 Monaten nach der Implantation auf, also bevor die bindegewebige Fixation des Sondenkopfes endgültig abgeschlossen ist. Im einzelnen wurden die Dislokationen in den ersten 48 Stunden 19 mal, weitere 27 innerhalb von zwei Wochen, 41 bis Ende des 3. Monats beobachtet. Die Anzahl dieser frühen Dislokationen macht mit 87 von 135 64% aus. 23 Dislokationen wurden vor Ablauf von 12 Monaten festgestellt, weitere 14 nach mehr als einen Jahr. Nach Generatorwechseln traten insgesamt 11 Sondenablösungen, z.T. nach jahrelanger einwandfreier Funktion, auf. Sicher haben in diesen Fällen eine geringfügige Zugwirkung, die beim Freipräparieren der Sonde im Batteriebett vorgekommen kann, aber auch mangelnde Sorgfalt eine Rolle gespielt. Bei 2 Patienten wurde als Ursache der Dislokation eine Rotation des

Generators festgestellt, die durch Ausbildung eines Reizergußes im Batteriebett 4 und 11 Monate nach Implantation ermöglicht wurde. 58 Patienten waren von einer Dislokation betroffen, bei 39 löste sich die Sonde mehrere Male.

Ein Ansteigen der minimalen Reizschwelle in einem Ausmaß, das Ineffektivität der Pacemakerstimulation zur Folge hatte, ereignete sich in 13 Fällen.

Bei 3 Patienten kam es nach der Implantation zu Zwerchfellkontraktionen. Diese Komplikation trat nicht mehr auf, seitdem intraoperativ nach Platzierung der Elektrode maximal mit 20 mA probeweise stimuliert wird.

In 2 Fällen mußte bei unter Marcumarbehandlung stehenden Patienten wegen einer Nachblutung ins Batteriebett revidiert werden.

Technische Fehler an implantierten Schrittmachersystem wurden insgesamt 15 mal beobachtet. In 2 Fällen hatte sich die Konnektierung der Elektrode mit dem Generator gelöst, viermal war die Batterie offensichtlich defekt und bei 9 Patienten handelte es sich um einen Kabelbruch. Diese Komplikationen traten mit Ausnahme eines Sondenbruches sämtlich in den ersten fünf Jahren auf, bzw. an Material, das während dieser Zeit implantiert wurde.

Durch das versenkte Fremdkörpermaterial verursachte Drucknekrosen bildeten sich bei 10 Patienten aus. Drei durch die früheren starren Elektroden hervorgerufene Komplikationen entstanden ausschließlich am Hals, also bei der Implantation über die Vena jugularis externa bzw. interna. Einer dieser Patienten fühlte sich durch die freiliegende Sonde so sehr belästigt, daß er sie kurzentschlossen mit einer Schere durch-

trennte und anschließend entfernte. Ein sofort eintretender Adams-Stokes'scher Anfall war die Folge, die Neuimplantation konnte noch rechtzeitig vorgenommen werden. Drucknekrosen im Bereich der Generatortasche wurden in 7 Fällen beobachtet, auch dies wiederum bei Verwendung der im Vergleich mit den neuen Modellen früheren relativ großen und schweren Generatoren.

Bei den restlichen 33 Komplikationen, betroffen waren 29 Patienten, handelte es sich um Infektionen des Batteriebettes, die sich meist nach mehreren Wochen oder Monaten (26), seltener unmittelbar postoperativ (7) ausbildeten.

Bei der Behandlung dieser verschiedenen Komplikationsarten wurden folgende chirurgische Maßnahmen ergriffen:

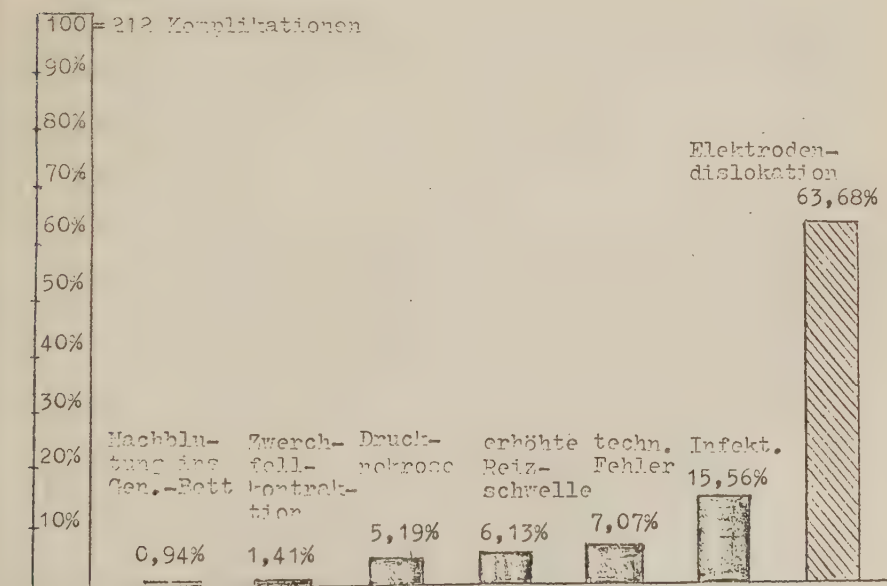
Die Sondendislokationen konnten, soweit es sich um ein- oder zweimalige Ereignisse handelte, in der Regel durch eine Korrektur der Sondenlage beseitigt werden (103). Dies gilt auch für die Mehrzahl der Fälle mit erhöhtem Reizschwellenwert (8) und für die drei Patienten, bei denen durch die Stimulation sehr lästige Zwerchfellkontraktionen ausgelöst wurden. Nach mehrmaliger Dislokation mußte jedoch, wenn entweder die ursprünglich benutzte Vene nicht mehr zu verwerten war, oder auf transvenösen Wege eine sichere Elektrodenlage mit ausreichendem Schwellenwert nicht erzielt werden konnte, eine Neuimplantation über eine Halsvene (13) vorgenommen, bzw. auch eine myocardiale Sonde gelegt werden (20). In einem Fall geschah dies noch durch Thorakotomie. Bei 19 Patienten wurde vom Epigastrium aus extrapleurale eingegangen. Bei diesen Revisionen konnte das alte Generatorbett, außer bei myocardialer Implantation, weiterverwendet werden.

Die Behandlung der Wundinfektionen und Drucknekrosen er-

forderte jedoch eine Verlagerung der Batterietasche in eine sicher nicht infizierte Region. In diesen Fällen wurde daher eine Neuimplantation auf der linken Thoraxseite durchgeführt (39). Bei einer kachektischen Patientin bildete sich auf der linken Seite erneut eine Drucknekrose aus, so daß eine myocardiale Implantation mit Anlegen des Batteriebettes im linken Unterbauch angeschlossen werden mußte. Dies war auch bei 3 Patienten mit infiziertem Batteriebett erforderlich. In einem dieser Fälle infizierte sich auch noch die dritte Generatortasche, so daß nur der Ausweg blieb, von der rechten V. ceph. aus erneut transvenös vorzugehen. Die rein konservative Therapie war nur selten auf Dauer von Erfolg.

Die Abbildung 3 veranschaulicht die Häufigkeit der Komplikationsformen. In Tabelle 7 sind die Komplikationen und die Art ihrer Behandlung zusammengestellt.

Abb. 3:



	n =	in %	n =	in % der Fehl- und Genest- tionen	in % der Genest- erfolge	ohne Re-Implantation	mit Re-Implantation	W9- cardinal
						Korrek- tur d. Sonnen- lage	sonstige Verf.	
Flektroden- anodektion	97	20,81	135	63,68	16,13	103	12	20
Infektion d. Gen.-Petter	29	6,22	33	15,56	3,94	-	30	3
Durchnektrose (Elektrode 3) (Generator 7)	10	2,14	11	5,19	1,31	-	10	1
Anstehen der Reizschwelle	13	2,79	13	6,13	1,55	8	-	1
Nachblutung ins Generatorbett	2	0,42	2	0,94	0,24	-	2	-
Zwerchfell- kontraktion	3	0,64	3	1,41	0,36	3	-	-
Techn. Fehler (defekt. Gen. 4) (Elektr.-Bruch 9) (Konnektion 2)	14 (168)	3,22 (36,24)	15	7,07	1,79	-	4 9	1
Gesamt:	142	30,48	212	99,98	25,32	114	9	27

Andere chirurgische Eingriffe bei Schrittmachertägern.

Im weiteren Verlauf mußten bei einigen der mit einem Schrittmacher versorgten Patienten zum Teil große chirurgische Eingriffe vorgenommen werden. Es handelte sich im einzelnen um folgende Operationen:

2 mal Herniotomie- inkarcerierte Leisten- bzw. Scrotalhernie.

1 " Appendektomie- akute Appendicitis.

1 " Probolaparatomie- inoperables Magen-Ca.

1 " Magenresektion (B II)- perforiertes Ulcus duodeni.

1 " Sigmaresektion- stenosierender Tumor; wegen eines bei der Aufnahme bestehenden Ileus wurde in diesem Fall zuvor noch eine Coecalfistel angelegt.

1 " Hemicolectomie re.- Ileocoecal-Tumor.

1 " zweimalige Embolektomie- rez. Embolien beider Beine wenige Tage nach der Implantation.

Nur die zuletzt aufgeführte Patientin verstarb unter den Zeichen eines Herzkreislaufversagens, wobei bereits präoperativ eine schwere Herzinsuffizienz bestand. In den übrigen Fällen traten keine Komplikationen ein.

Stationärer Aufenthalt.

Die Dauer des stationären Aufenthaltes nach der Schrittmacherimplantation betrug für die Patienten mit komplikationslosen Verlauf 9,4 Tage, für die übrigen 22,3 Tage. Die durchschnittliche Liegezeit für alle Patienten belief sich auf 13,95 Tage. Es muß jedoch betont werden, daß in vielen Fällen bei ausreichender häuslicher Versorgung eine frühere Entlassung möglich gewesen wäre.

Todesursache

Von den 466 Patienten, bei denen in den Jahren 1966 - 1976 ein Schrittmacher implantiert wurde, sind inzwischen 103 (25,12%) verstorben.

In 14 Fällen (5,0%) stand die Todesursache in direktem Zusammenhang mit der Schrittmachertherapie. Im einzelnen trat der Tod ein:

- 3 mal nach Perforation der Elektrode mit anschließender Herzbeutel tamponade (2 intra- bzw. unmittelbar postoperativ, 1 nach 5 Monaten.
- 4 " durch allgemeine, nicht zu beherrschende Sepsis.
- 1 " bei Markoseeinleitung zur myocardialen Implantation; es handelte sich hier um Zustand nach transverser Implantation mit anschließender mehrfacher Dislokation.
- 1 " infolge Tricuspidalinsuffizienz durch Ausbildung eines Gewebstranges zwischen der Elektrode und einem Klappensegel.
- 1 " durch Dislokation der Sonde in die V. coronaria.
- 4 " intraoperativ (akutes Herzversagens, Adams-Stokes-Anfälle).

Bei 51 (10,9 bzw. 47,2% der Todesfälle) Patienten stand die Grunderkrankung im Vordergrund (Herzinsuffizienz, Infarkt). In weiteren 8 Fällen trat der Tod plötzlich ein, möglicherweise ist bei einem Teil dieser Patienten eine Sondendislokation eingetreten.

Die übrigen Todesfälle waren durch folgende Erkrankungen bedingt:

Apoplektischer Insult	5
Bronchopneumonie	5
Lungenembolie	4
Nierenversagen	3
Status asthmoticus	1
rez. arterielle Embolie beider Beine mit Herz-Kreislaufversagen	1
Maligne Tumoren	4
(Bronchial-Ca. 2)	
(Sigma-Ca. 1)	
(Magen-Ca. 1)	

In 12 Fällen (2,6 bzw. 11%) konnte die Todesursache nicht geklärt werden.

Die Mehrzahl der Todesfälle ereignete sich bereits während des ersten Jahres nach der Schrittmacherimplantation (73 = 67,6% der Todesfälle). Von diesen verstarben 45 Patienten noch während des stationären Aufenthaltes. Die übrigen 35 Patienten (32,4%) überlebten die Implantation um mehr als ein Jahr.

DISKUSSION

Die statistische Auswertung des Krankengutes der Schrittmacherpatienten zeigt, daß die Anzahl der pro Jahr durchgeführten Erstimplantationen und die der Folgeoperationen ständig angestiegen ist (s. Abb. 1). Wie weit die in den Jahren 1973 und 1975 gegenüber dem jeweiligen Vorjahr geringeren Implantationsraten bereits auf eine ausreichende Behandlungsdichte hindeuten, kann jetzt noch nicht beurteilt werden. Insgesamt wurden von Februar 1966 bis März 1976 466 Erstimplantationen und 371 weitere operative Eingriffe vorgenommen.

Der Grund für den etwas größeren Anteil männlicher Patienten (248 = 53,2%) gegenüber 218 (46,8%) Frauen liegt darin, daß in den Altersgruppen über 75 Jahren, bei sonst annähernd gleichmäßiger Verteilung, überwiegend Männer zu finden sind. Ein größerer Unterschied in der Geschlechtsverteilung, der häufig und bis zum Verhältnis 2 : 1 reichend, beschrieben wird (1, 25, 26), konnte in dem untersuchten Krankengut nicht festgestellt werden.

Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Implantation lag mit 70,4 Jahren an der oberen Grenze der zwischen 64 und 70,5 Jahren angegebenen Werte (1, 6, 18, 24), wobei für Frauen (69,8) ein um etwa ein Jahr niedrigeres mittleres Lebensalter als für die männlichen Patienten (70,9) zu verzeichnen war. 56% der Kranken waren älter als 70, bereits 75% älter als 65 Jahre. Der Anteil der 60 - 80-jährigen betrug ebenfalls 75%.

Nach der Ätiologie sind die Herzrhythmusstörungen in der Mehrzahl durch degenerative Veränderungen, durch Myocarditiden und durch Ischämien (Infarkt, Angina pectoris) bedingt, seltener

handelt es sich um angeborene Defekte in der Anlage des spezifischen Muskelsystems (10). In der Hälfte der Fälle (51%) war die Indikation zur Schrittmacherimplantation durch anamnestisch gesicherte Adams-Stokes-Anfälle gegeben. Ebenso bestand bei der Mehrzahl der Patienten ein totaler av-Block. Andere Formen der bradycarden Rhythmusstörungen traten demgegenüber zahlenmäßig in den Hintergrund. Die Indikationsstellung hält sich demnach in dem auch von anderen Autoren angegebenen Rahmen, die bei 41 - 86% der Fälle Adams-Stokes'sche Anfälle mitteilen (2, 24, 25, 26).

Als Impulsgeber werden heute überwiegend Bedarfsschrittmacher verwendet, in Deutschland zu mehr als 90%, während noch 7% festfrequente und lediglich 1% vorhofgesteuerte Generatoren implantiert werden (2, 11). Bei den untersuchten Patienten wurden von 1966 - 1969 starrfrequente Schrittmacher benutzt, in den folgenden Jahren dagegen zunehmend solche mit Demandfunktion, die seit 3 Jahren fast ausschließlich in Gebrauch sind. Der Anteil der festfrequenten Pacemaker ist auf 7 - 8% abgesunken. Bei den Erstimplantationen wurden in 67,4% (314) der Fälle Demand- und in 32,6% (152) festfrequent eingestellte Generatoren implantiert. Vorhofgesteuerte und "Stand-by" - Geräte wurden nicht verwandt.

Auf die Implantation von Isotopen-Schrittmachern wurde verzichtet, weil auf Grund der Altersstruktur des Krankengutes nur wenige Patienten dafür in Frage kommen, wenn die lange Laufzeit optimal genutzt werden soll. Nur 25% der Kranken sind jünger als 65 Jahre; legt man die Grenze bei einem Alter von 60 Jahren fest, so liegt der Anteil bei 11%. Dies würde bedeuten, daß zur Zeit lediglich bei 8 - 10 Patienten pro Jahr die

Implantation eines Isotopengenerators diskutiert werden müßte. Diese geringe Zahl rechtfertigt andererseits in keiner Weise den durch die behördlichen Auflagen erforderlichen Aufwand, so daß es in Übereinstimmung mit den Ansichten des Bundesgesundheitsamtes als sinnvoller angesehen wird, wenn diese Patienten in wenigen Zentren konzentriert behandelt werden (21).

Für den weitaus größten Teil der Schrittmacherpatienten werden die bisher erreichten Laufzeiten als zufriedenstellend angesehen, wenn man, unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Lebenserwartung von 5 - 7 Jahren (3, 5, 18, 23, 25), im weiteren Verlauf ein oder zwei Austauschoperationen als zumutbar ansieht.

Im untersuchten Krankengut konnten bisher bei 115 Patienten insgesamt 159 zeitgerechte Generatorwechsel vorgenommen werden, 33 von ihnen erhielten eine dritte und 11 bereits eine vierte Batterie. Die mittlere Verweildauer lag bei 29,8 Monaten; für die Bedarfsschrittmacher wurde mit 30,4 eine um einen Monat längere durchschnittliche Laufzeit als für Festfrequente (29,4) ermittelt. In vielen Fällen arbeiteten die Generatoren über einen Zeitraum von 3 - 4 Jahren. Diese Daten entsprechen den von anderen Kliniken mitgeteilten Werten (6, 12, 19, 25).

Die Implantation wird heute vom überwiegenden Teil der Arbeitsgruppen auf transvenösem Wege intracardial vorgenommen. Viele gehen dabei einzeitig (5, 16, 21, 26), andere nehmen die endgültige Verlagerung des Generators erst nach mehrtägiger externer Stimulation vor, um in der postoperativen Phase das Verhalten der Reizschwelle genauer verfolgen zu können (2, 3, 13).

In vielen Kliniken wird dabei die Elektrode über die rechte V. jug. externa bzw. interna eingeführt, andere bevorzugen das Eingehen über die rechte V. cephalica, einige auch die linke V. cephalica. Entsprechend wird auch das Generatorbett unterschiedlich subcutan oder subpectoral an der rechten bzw. linken Thoraxseite, aber auch subcutan oder subfascial in den Bauchdecken angelegt (2, 5, 19, 21, 24, 26).

Der transthorakale Zugang wurde wegen der hohen primären Operationsletalität, die mit 10 - 12% angegeben wird, aufgegeben. Bei erforderlicher myocardialer Implantation geschieht dies in den meisten Fällen durch inferiore Pericardiotomie (7, 14, 16, 21).

Bei den in Bremen behandelten Patienten wurden 97,6% (455) der Implantationen auf transvenösem Wege durchgeführt, und zwar bevorzugt über die rechte V. cephalica (78%). Nur wenn dieses Gefäß nicht geeignet war, wurden die V. jug. externa, bzw. interna gewählt. Das Generatorbett wurde unter dem Musc. pectoralis major angelegt. Dieses Vorgehen wird wegen der guten Weichteildeckung, sowohl der Elektrode im Sulcus deltoideo-pectoralis, als auch für die Batterie unter der Brustmuskulatur, gewählt und hat sich nach den Ergebnissen bewährt. Ebenso wird der einzeitige Eingriff bevorzugt, da hierdurch eine zusätzliche Infektionsmöglichkeit vermieden wird.

Bei Komplikationen, die eine Verlagerung der Batterietasche erfordern, wird linksseitig eine Neuimplantation durchgeführt. Dies war bei 29 (6,2%) Patienten wegen einer Batteriebettinfektion und bei 10 (2,1%) wegen einer Gewebse Nekrose der Fall. Die 3 elektrodenbedingten Drucknekrosen bildeten sich nach Implantation über eine Halsvene aus, Komplikationen an

der V. cephalica wurden nicht beobachtet.

In ebenfalls geringem Prozentsatz mußte wegen zu hohen Anstieges der Reizschwelle ($2,8\% = 13$) und wegen technischer Fehler ($3,2\% = 14$) eine Revision vorgenommen werden. Bei letzteren handelte es sich in 4 Fällen um Defekte am Impulsgeber, die zu vorzeitiger Entladung geführt hatten, und in 9 Fällen um Ermüdungsbrüche der Elektroden. Die auf technische Mängel zurückzuführenden Komplikationen traten abgesehen von einem Kabelbruch sämtlich an vor mehr als fünf Jahren implantiertem Material auf.

Das Verfahren der transvenösen intracardialen Implantation brachte jedoch auch neue Komplikationsformen. Neben den seltenen Myocardperforationen sind vor allen die Elektroden-dislokationen zu erwähnen, beides Ereignisse, durch die die betroffenen Patienten sehr gefährdet werden. Einige Autoren (21) berichten zwar von komplikationslosen Verläufen nach röntgenologisch erkennbarer, intraoperativer Perforation mit der Sonde, fast alle haben andererseits aber auch tödliche Zwischenfälle mit Herzbeuteltamponade erlebt. Wesentlich öfter kommt es jedoch vor, daß die Elektrode sich wieder aus der Trabecularmuskulatur löst. Dies geschieht häufig schon nach wenigen Stunden oder Tagen, aber auch noch nach mehreren Wochen und Monaten. Die Dislokation kann röntgenologisch darstellbar, aber auch so geringfügig sein, daß sie nur am plötzlichen Funktionsausfall zu erkennen ist.

Der Anteil der während der ersten drei Monate nach der Implantation als sogenannte Frühdislokationen aufgetretenen Sondenablösungen lag mit 87 Fällen bei $64,4\%$, 37 ereigneten sich in einem Zeitraum von bis zu 2 Jahren, zu 11 weiteren

Dislokationen kam es nach Generatorwechseln.

Bei der Behandlung der Komplikationen genügte häufig (114) eine Korrektur der Sondenlage, fast ebenso oft mußte jedoch eine Neuimplantation vorgenommen werden. Dies geschah in 62 Fällen transvenös, bei 27 Patienten mußte jedoch eine myo-cardiale Sonde gelegt werden. In diesem Zusammenhang hat sich die "Medtronic Schraubelektrode Modell 6917" in bisher 23 Fällen bewährt. Andere Autoren teilen ebenfalls gute Ergebnisse mit (7, 15).

Um die Zahl der Dislokationen zu vermindern, wurden die Elektroden leichter und flexibler konstruiert, der Sondenkopf wurde mit Widerhakten und ausfahrbaren Kunststoffborsten bewehrt, um eine bessere Verankerung zu erzielen (17, 19). Die Verfasser berichten über eine deutliche Senkung der Dislokationsraten, die allgemein zwischen 10 und 30% angegeben werden (1, 5, 6, 16, 21, 26). Im untersuchten Krankengut waren 21% der Patienten betroffen, die Dislokationen machten 63,7% der Komplikationen aus. Bei 2 Patienten dislozierte die Elektrode in den Sinus coronarius. In einem Fall funktionierte das System bis zur Batterieerschöpfung, so daß die Dislokation erst bei einer Röntgenkontrollaufnahme bemerkt wurde, in dem zweiten Fall wurde sie durch Sektion festgestellt.

Trotz des hohen Anteils der Sondenablösungen, die beim transvenös-intracardialen Vorgehen durch die zunächst nur instabile Elektrodenlage möglich sind, wird diesem von der Mehrzahl der Kliniken der Vorzug gegeben, weil durch die geringe Belastung alle nach der Indikationsstellung in Frage kommenden Patienten versorgt werden können.

Durch das hohe Durchschnittsalter der Kranken und das cardiale Grundleiden sind jedoch auch der Schrittmacherbehandlung Grenzen gesetzt. In der Literatur wird der Anteil der Todesfälle zwischen 14% und 28% angegeben (1, 5, 6, 12, 24) Unter den Todesursachen stehen Herzerkrankungen in allen Statistiken an erster Stelle, gefolgt von vorwiegend in höherem Lebensalter vorkommenden Erkrankungen.

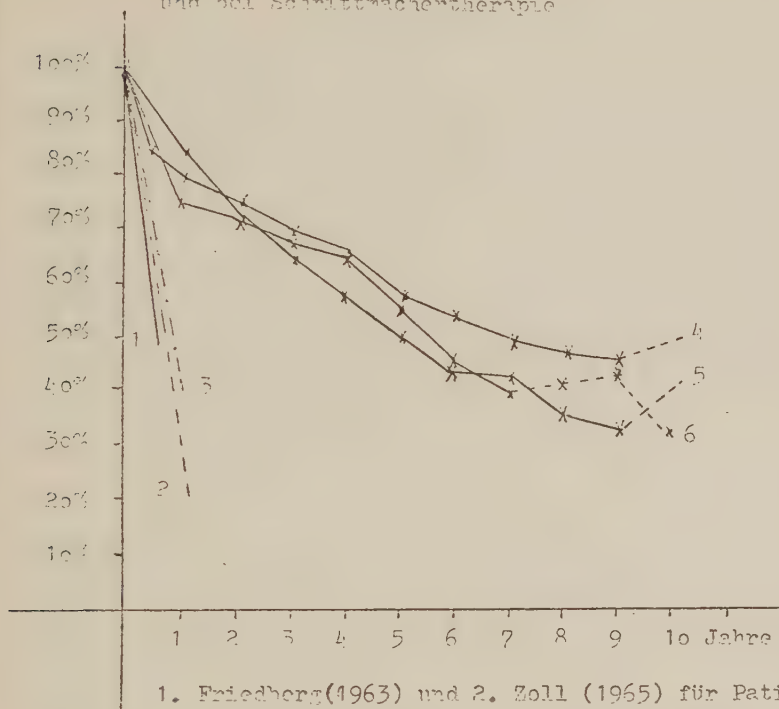
Eine Zusammenstellung der Todesursachen von ca. 900 Schrittmacherpatienten (18) ergab:

für	27,5	-	50,8%	ein primäres Herzversagen,
für	4,4	-	8,8%	technisches Versagen bzw. andere Schrittmacherkomplikationen,
für	14,7	-	37,5%	andere Todesursachen und
für	18,0	-	32,8%	unbekannte Todesursachen

Von den in der hiesigen Klinik versorgten Patienten sind während des Beobachtungszeitraums 108 (23,2%) verstorben, davon allein 51 (47%) an dem cardialen Grundleiden, in 23 (21,3%) Fällen führte eine andere Erkrankung zum Tode, bei 14 Patienten (3,0% des Krankengutes) stand die Todesursache in unmittelbarem Zusammenhang mit der Schrittmacherbehandlung. Bei 12 Patienten konnte die Todesursache nicht geklärt werden.

Ebenso wie der zu erwartende Therapieerfolg ist auch die Lebenserwartung der Schrittmacherpatienten von diesen Faktoren - Durchschnittsalter und Schweregrad des cardialen Grundleidens oder hinzutretender Krankheiten - abhängig. Als mittlere Überlebenszeit werden heute 4 bis 7 Jahre angegeben (2, 5, 24). Demgegenüber ergaben frühere Statistiken über rein medikamentös behandelte Patientengruppen mit totalem av-Block oder Adams-Stokes'schen Anfällen noch Sterberaten von 50 - 80%

Abb. 4: Überlebenszeit bei medikamentöser Behandlung
und bei Schrittmachtherapie



1. Friedberg(1963) und 2. Zoll (1965) für Patienten mit Adams-Stokes'schen Anfällen. 3. Friedberg (1963) für Patienten mit Herzblock. 4. Hager (1974)
5. Soets und M. (1975). 6. Eigene Ergebnisse.

innerhalb des ersten Jahres nach der Diagnosestellung (2, 18).

Auch wenn das Krankengut bezüglich der Indikationen nicht ganz identisch ist, wird bei einem Vergleich die entscheidende Verbesserung der Behandlungserfolge durch die Schrittmachtherapie deutlich. Es zählen aber nicht allein die rein

schädliche Verflüssigung, sondern auch die Verbesserung der allgemeinen Lebensbedingungen, sieht man von den wenig ins Gewicht fallenden Behinderungen durch das implantierte System ab. Dazu kommt, daß die Patienten notfalls auch stärkeren Belastungen, wie z.B. bei großen chirurgischen Eingriffen, ausgesetzt werden können. Für die vielen älteren Kranken bedeutet dies, daß sie wieder zu einer normalen, selbstständigen Lebensführung befähigt sind, für die jüngeren zusätzlich die volle Rehabilitation in beruflicher Hinsicht für fast alle Tätigkeitsbereiche.

ZUSAMMENFASSUNG

1. In der vorliegenden Arbeit wird über die Erfahrungen berichtet, die in einem Zeitraum von 10 Jahren (1966 - 1976) an einem Krankengut von 466 Schrittmacherpatienten gesammelt wurden. Insgesamt wurden 357 operative Eingriffe durchgeführt.
2. Geschlechterverteilung: 268 (53,22%) männliche und 218 (46,78%) weibliche Patienten.
3. Das Durchschnittsalter betrug 70,4 Jahre und war bei Frauen mit 69,78 um ein Jahr niedriger als bei Männern (70,98).
4. An 511 der Fälle (25%) waren Adams-Stokes-Anfälle vorausgesetzt. Bei 32% (295) bestand ein totaler av-Block.
5. Bei Erstimplantationen wurde fast ausnahmslos transvenös-intracardial vorgegangen (97,6% = 455) und bevorzugt die rechte Vene cephalisch benutzt.
6. Der mittlere, intraoperativ gemessene, minimale Reizschwellenwert lag bei 0,79 mA.
7. 316 (67,4%) der implantierten Generatoren waren Demand-Schrittmacher, 152 (52,6%) festfrequent arbeitende.
8. An 115 Patienten wurden insgesamt 159 Generatorwechsel vorgenommen. Die mittlere Verweildauer betrug 29,81 Monate; sie war bei Bedarfsschrittmachern mit 30,35 um einen Monat länger als bei festfrequenten Impulsgebern (29,43 Monate).
9. 212 (25,3% der Eingriffe) Komplikationen traten bei 142 (30,5%) Patienten auf.
Davor entfielen allein auf die Elektroden-dislokationen 135

(16%), das sind 63% der Komplikationen. 33 (3,9 bzw. 15,5%) waren Wundinfektionen, die restlichen 44 (20,7%) verteilen sich auf 22 verschiedene Komplikationsarten.

10. Bei der Behandlung der verschiedenen Komplikationsformen erforderte häufig (114) eine Korrektur der Elektrodenlage. 89 mal wurde eine Neuimplantation vorgenommen, dabei mußte in 27 Fällen eine myocardiale Sonde gelegt werden. Dies geschah bei 23 Patienten mit einer Schraubelektrode durch inferiore Pericardiotomie.

11. 102 (23,2%) der Patienten sind verstorben. In den meisten Fällen (51 = 47%) starben die Patienten an ihrem Grundleiden, 12 (5,6%) weitere in Zusammenhang mit der Schrittmacherbehandlung. 22 mal stand eine andere Erkrankung im Vordergrund, bei 14 Patienten konnte die Todesursache nicht geklärt werden.

12. Die Lebenserwartung der an einem Adams-Stokes'schen Anfallsleiden bzw. an einer bradycarden Herzrhythmusstörung erkrankten Patienten konnte durch die Schrittmacherbehandlung deutlich verlängert werden. Die für diese Therapie so wichtige transkathetrische, intracardiale Implantation ist jedoch mit einer relativ großen Zahl von Elektroden-dislokationen behaftet, während die anderen Komplikationsarten nicht über den auch bei anderen operativen Eingriffen gewohnten Rahmen hinaus auftraten. Es wäre daher zu wünschen, wenn mit Hilfe sicher haftender Elektroden die Schrittmachertherapie auch in dieser Hinsicht weiter verbessert werden könnte.

=====

LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Busch, A., Lehmann, W., Spang, K.: Sechs Jahre Erfahrung mit der Implantation elektrischer Herzschrittmacher. *Ma*, 1 - 12, (1969).
- 2 Böhner, Ch., Dörfert, W., Schlosser, V., Arnold, Th., Weber, R.: Schrittmacher-Therapie des Herzens. Boehringer Mannheim, (1975).
- 3 Dierker, K., Schramm, G., Heinrich, D.: Vor- und Nachteile der zweizeitigen Schrittmacher-Implantation. *Münch. med. Wochs.*, 114, 731 - 734, (1972).
- 4 Dienecke, P., Botte, L., Harbauer, G., Hoffmann, W., Hübner, G., Schieffer, H.: Verminderung der Dislokations-
risikozzeit durch Verwendung neuentwickelter transvenöser
Schrittmacherelektroden. *Zs. für Kreislaufforschung*, 61, 886 - 891, (1972).
- 5 Eger, L.: Spätergebnisse nach Herzschrittmacherimplanta-
tion. *Deutsch. med. Wschr.* 99, 1345 - 1349, (1974).
- 6 Eger, L., Wink, K.: Langzeiterfahrungen mit der Implan-
tation elektrischer Schrittmacher des Herzens. *Zs. für
Kreislaufforschung*. 59, 282 - 303, (1970).
- 7 Fiedler, L., Reidemister, J. Chr.: Klinische Erfahrungen
mit einer nichtlosen, myocardiellen Drehelektrode. *Thorax-
chirurgie*, 22, 652 - 654, (1974).
- 8 Fink, G.: Herzschrittmacherimplantationen in der Bundes-
republik Deutschland einschließlich Berlin (West).
Bundesgesundheitsblatt, 20, 289 - 291, (1972).
- 9 Föllm, W., Rinz, J.: Reizschwellenverhalten nach Herz-
schrittmacherimplantation unter besonderer Berücksichti-
gung der Elektroden-dislokation. *Dtsch. med. Wschr.* 100,
2150 - 55, (1975).
- 10 Holzmann, K.: Ursachen und Entstehungsbedingungen der
Reizschwellenänderungen. *Verh. Dtsch. Ges. für Kreislaufforschung*,
35, 56 - 69, (1969).
- 11 Traub, N.: Stand der Schrittmachertherapie: bisherige Er-
fahrungen und Entwicklungstendenz. *Herz/Kreisl.* 3,
95 - 101, (1974).
- 12 Kalmar, P., Giebel, O., Lotzin, G., Schenpokat, K.D.,
Westermann, K.W.: Technische und biologische Störungen
bei Dauerbehandlung mit künstlichen Herzschrittmachern.
Verh. Dtsch. Ges. für Kreislaufforschung, 33, 165 - 170,
(1967)
- 13 Kirsch, U., Kalmar, P., Rodewald, G., Westermann, K.W.:

Spätkomplikationen der Herzschrittmachertherapie und ihre Behandlung. Langenbecks Arch. für Chirurgie, 329, (1971).

- 14 Mulch, J., Hehrlein, F.W., Hermann, H.: Der infrasternale Zugang zur Schrittmacherimplantation mit Myocardelektroden. Der Chirurg 42, 475 - 478, (1971).
- 15 Mulch, J., Pakutan, P., Hehrlein, F.W.: Erste Erfahrungen mit einer neuen myocardialen Schrittmacherelektrode. Medtronic Schraubelektrode Modell 6917. Thoraxchirurgie 22, 113 - 116, (1974).
- 16 Nordeck, E., Bukesfeld, R., Kirchhoff, P.G., Neubaur, J.: Elektrodenbedingte Komplikationen bei Herzschrittmachertherapie. Dtsch. med. Wschr. 100, 1282 - 1288, (1975).
- 17 Rosenkranz, K.A.: Technik, Indikationen und Ergebnisse bei der Anwendung der "Widerhaken-Elektrode". Zs. für Kardiologie, 8, 62, (1972).
- 18 Rosenkranz, K.A.: Der Herzschrittmacher in der Praxis. Perimed Verlag Erlangen, (1975).
- 19 Säuberli, H., Schriber, K., Babotai, I., Meier, W., Senning.: Herzschrittmacherindikationen und Resultate bei 257 Patienten. Schweiz. Rundschau Med. (Praxis) 61.
- 20 Schmitt, G., Hauss, W.H.: Experimentelle und klinische Erfahrungen mit der neuen transvenösen Katheter-Elektrode MIP 2000. Intensivmed. 12, 324 - 333, (1975).
- 21 Schulte, H.D., Bircks, W.: Herzschrittmacher-Komplikationen, ihre Vermeidung und Behandlung. Zs. für Gerontologie, 7, 2, 110 - 119, (1972).
- 22 Schütz, W., Schulze, W.: Langzeiterfahrungen mit der Implantation von Herzschrittmachern. Br. A. Bl. 12, 33 - 35, (1974).
- 23 Schwilden, E.D., Vogels, W.: Chirurgische Probleme der Schrittmachertherapie. Intensivmedizin, 9, 219 - 221 (1971).
- 24 Soots, G., Laurens, P., Lespinasse, P., Lefèvre, M.L.: Zur Überlebenszeit von Patienten mit Herzschrittmachern. Münch. med. Wschr. 116, Nr. 13, 537 - 542, (1975).
- 25 Sowton, E., Hendrix, G., Roy, P.: Ten-year Survey of Treatment with Implanted Cardiac Pacemaker. British Medical Journal, 3, 155 - 160, (1974).
- 26 Sprenger, K.: Ursachen der Elektrodendislokation bei der transvenösen Schrittmacherimplantation. Dtsch. med. Wschr. 101, 537 - 540, (1976).
- 27 Sunder-Plaßmann, F.: Pacemaker-Implantation bei totalem av-Block. Thoraxchirurgie 10, 220 - 221, (1962).

Bremen, den 30 August 1976

Lebenslauf:

Am 6. Juni 1937 wurde ich als einziges Kind des Karl Berthold Bruns und seiner Ehefrau Luise, geb. Hilgert, in Unna/Westf. geboren. Nach dem Besuch der Grundschule und des Neusprachlichen Gymnasiums in meiner Heimatstadt begann ich 1960 das Medizinstudium. Während der vorklinischen Semester war ich an den Universitäten Freiburg und Erlangen, während der klinischen Semester an der Universität Münster und am Klinikum Essen immatrikuliert. Hier wurde das Studium im Januar 1966 mit dem Staatsexamen abgeschlossen.

Die zweijährige Medizinalassistentenzeit wurde von März 1966 bis Februar 1968 an verschiedenen konfessionellen Krankenhäusern in Herne, Hamm und Dortmund abgeleistet. Es folgte vom 1.3.1968 bis 30.9.1969 die vorwiegend unfallchirurgische Weiterbildung am Städtischen Krankenhaus in Neunkirchen/Saar und anschließend bis zum 1.3.1973 die allgemeinchirurgische Weiterbildung an der Allgemein-Chirurgischen Klinik des Zentralkrankenhauses "St. Jürgenstr." in Bremen. An dieser Klinik bin ich seit dem 1.8.1973 als Oberarzt tätig.

Karl-Heinz Bruns

